(Jour. Agric. Res. China) 36(2)：196～206 (1987)

楊桃之品質成分與加工利用之研究[1]

游若萩[2]　王武彰[3]

摘要：分析本鳳山熱帶園藝試驗分所現有之楊桃品種，包括二林種、蜜絲種、白絲種、五汴頭反種、歪尾種及酸味種等六種較具代表性之楊桃品種之一般品質成分，包括糖類、粗蛋白、粗脂肪、粗纖維、粗灰分、水分等，及特殊成分包括糖類、有機酸、氨基酸及礦物質之種類及含量等。並將各品種楊桃分別試製果汁、果醬、蜜餞、罐頭等加工品，就其品質品評結果選取最適於加工用之品種，以及鮮食用之品種，供果農選種及加工業者之參考。

試驗結果顯示楊桃鮮果中之主要糖類爲果糖及葡萄糖，有機酸則以草酸之含量較高，氨基酸以麩氨酸、絲氨酸爲主，灰分以鉀之含量較高。各楊桃鮮果中以蜜絲種品質最佳。在各加工品方面，以二林種最適於製造果汁、蜜餞及罐頭；以歪尾種所製得之果醬風味最佳。

關鍵字：楊桃、成分、品種、楊桃加工、楊桃汁。

楊桃學名 *Averrhoa carambola* L. 又名洋桃、五稜子或五棱子，屬於酢醬草科常綠性灌木，產於熱帶及亞熱帶地區，每年開花３～４次，產期自每年５月至翌年３月，每公頃產量大約50,000公斤。

楊桃品種很多，以往因本地種產量低品質差，栽培不甚普遍，近年來由於實生變異產生許多優良品種、加上栽培技術的改進，栽培面積已由民國60年之316公頃，逐漸增加至民國73年之2,400公頃，現已成爲本省極重要的經濟果樹之一。

本試驗分所於民國62年開始將本省產的主要品種加以搜集分類，並由國外引進改良品種，目前以下列六個品種較佳且栽培較爲普遍。1.二林種——此品種在彰化縣二林鎮洪老評先生庭園發現，因而得名，一般俗稱軟枝種，爲生食用品種，每公頃產量大約45,000公斤。該品種除中部地區外，北部地區如卓蘭鎮栽植亦多，另外南部之里港種的大多屬這品種。2.蜜絲種——此品種在南投縣實生品種中選出，爲生食用品種，每公頃產量約52,000公斤。此品種目前分兩個系統，一爲果實較長，尖端突出，果皮淡黃色，抗病力强。一爲果形較鈍而大，尖端微凹入。該品種爲現有楊桃各品種中果實最重糖度最高者，其風味佳，耐寒性强，目前中南部栽培很多。3.白絲種——又名白絲飽念，果實成熟時果皮白色而得名，此品種在高雄縣橋頭鄉新庄村嚴能傑先生果園所發現，爲生食用品種，每公頃年產量約50,000公斤，其花粉授粉力强，適合本省各地栽培。4.五汴頭反種——此品種是由彰化縣永靖鄉五汴頭村所實生選拔之五汴頭種，在果園中變異而得，爲生食用品種，每公頃產量約55,000公斤，其稜線較規則平滑，念飽滿，肉質較硬，果皮淡黃色，適合山坡地或缺水地區栽培，目前在臺南市南區喜樹里地區栽培最多，果實耐貯存，產量高。5.歪尾種——此品種之最大特徵爲果實尾端微歪，味甜風味佳，爲生食用品種，果實成熟時果皮黃色，惟肉質較軟，不耐貯存，果皮易受病蟲爲害，但花粉授

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1337號。本計畫承農委會74農建—4.1—產食—135（５）補助，特此致謝。
2.3.本所鳳山熱帶園藝試驗分所經營利用系助理研究員，熱帶果樹系助理。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

粉力强。此一品種目前栽植漸少。6.酸味種——以往果實較小，目前由於實生變異產生果實比較大的系統，爲加工用品種。果實成熟時呈深黃色，糖度低酸度高，所製果汁風味良好。

楊桃具清涼退火之功能，除醃漬做成楊桃汁外，其他加工製品也有多種，如楊桃果醬、糖漬楊桃、楊桃蜜餞等。楊桃由於本身價格低廉，產量又多，極適宜加工製成高品質之加工品，提高其經濟效益。一般人對醃漬楊桃汁之接受性佳，故其銷售面積廣，再加上價格便宜，原汁通常稀釋10倍才供人飲用，因此販售楊桃汁利潤頗高。

本試驗即是以上述六個楊桃品種爲材料，分析各品種楊桃之品質成分，包括醣類、蛋白質、脂肪、粗纖維、灰分、水分等，並分別試製果汁、果醬、蜜餞、罐頭等加工品，以便選取適於加工用之品種及鮮果用之品種，供果農選種及加工業者製造時之參考。

二、材料與方法

（一）楊桃原料：本試驗所調查之楊桃品種包括二林種、蜜絲種、白絲種、五汴頭反種、歪尾種及酸味種等六個品種，於民國73年11月取自本試驗分所楊桃品種園。

（二）楊桃樣品製備：楊桃原料採收後經洗滌、切片並於 50°C 熱風乾燥後磨粉，樣品貯於 2°C 乾燥皿中供品質分析。另供加工試驗之原料則選取鮮果稍處理後立即進行果汁、果醬、蜜餞、罐頭等之加工製造。

（三）品質分析包括測定水分、粗蛋白、粗脂肪、粗纖維、粗灰分及糖類等，採 A. O. A. C. 標準法。

（四）糖類、有機酸、氨基酸、灰分等之種類及含量測定：

1.糖類分析：

（1）糖類抽取法：楊桃樣品榨汁後，在高速離心機中以15,000rpm，離心10分鐘，得澄清液再經 Sep-pak C_{18} Cartridge 及樣品過濾器過濾，除去色素及干擾物質後，取 5～10μl 注入高性能液相層析儀中測定。

（2）糖類測定法：採用日本 Shimadzu LC—5A 高性能液相層析儀。管柱：p-NH_2-10/s2504, guard column：SHIM-PACK FLC-NH_2，移動相：CH_3CN(80%)加水，流速0.6ml/min，偵測器：RID-2As.

2.有機酸分析：

（1）有機酸抽取法：同上之糖類抽取法。

（2）有機酸測定法：採用之儀器同上，但以 μ-Bondaprk/c_{18} 管柱，移動相爲 2%KH_2PO_4 溶液（pH2.4），流速0.8ml/min，使用 uv 280nm 偵測器。

3.氨基酸分析：

（1）樣品前處理：取 1.5g 左右樣品加 9ml 酒精入試管中，以超音波振盪處理3分鐘，5,000rpm離心20分鐘，取上層液。下層液加入 6ml 水及 3ml 酒精，重複上述步驟，而其下層液加入 9ml 水再重複操作，收集全部上層液後加 25ml 氯仿，完全振盪後倒入量筒，待靜止分層時記錄其水層體積數，取水層 6ml 加 2ml 之 40%TCA（三氯醋酸），4°C 放置過夜，取上層液經0.45μm millipore 過濾，再取濾液 0.8ml 用氮氣吹乾，分析前加入 100μl pH 爲2.2 之 2.45%檸檬酸鈉，2%過氯酸及 1.25ppm n-caprylic acid 溶液。最後以 0.5μl 注入高性能液相層析儀中。

（2）氨基酸測定項：採用 ShimadzuLC-4A 高性能液相層析儀。管柱：Shimadzu LC ISC-07/s1504。A 溶劑：0.67M 檸檬酸鈉7%乙醇及1%過氯酸，pH 調至 3.20。B 溶劑：0.2M 檸檬酸鈉，0.2M 硼酸以 4N NaOH 調至 pH 10.0。C 溶劑：0.2N NaOH 溶液。移動相：檸檬酸鈉緩衝液（pH3.2～11 gradient）。試劑：0.4%o-phthaloddehyde，流速 0.5ml/min，偵測器：Shimadzu RF-510 分光螢光計，Ex：348nm Em：450nm。

4.灰分分析：樣品灰化後採用日本 Hitachi Hodel170-30 原子吸收火焰分光光度計分析。

（五）楊桃汁加工試驗：

楊桃選別──→切塊──→鹽漬──→水煮──→打汁──→過濾──→加糖調味──→裝罐殺菌──→成品分析。

（六）楊桃果醬加工試驗：

黃熟楊桃──→削邊清洗──→切塊煮爛──→過濾──→楊桃果汁──→加糖煮沸──→加果膠粉──→繼續濃縮──→冷水試驗──→裝瓶倒立──→成品分析。

（七）楊桃蜜餞加工試驗：

黃熟楊桃──→清洗切片──→加0.5%食鹽鹽漬24小時──→殺菁（80°C，5分鐘）──→糖漬（40Bx）──→烘乾（50°C，16小時）──→成品分析。

（八）楊桃罐頭加工試驗：

楊桃原料──→清洗切片──→注加糖液──→脫氣（85°C 10 分鐘）──→封罐──→殺菌（100°C，5分鐘）──→成品分析。

三、結果與討論

（一）各楊桃品種之品質特性

本試驗計調查二林、蜜絲、白絲、五汴頭反、歪尾及酸味種等六種楊桃。有關此六品種楊桃鮮果之品質列於表一。由表一可見酸味種楊桃之糖酸比為 5.8／1，而一般之甜味種糖酸比介於27～44：1。在風味方面以蜜絲種最佳，其次為二林種，而以酸味種最不適於鮮食。另酸味種之果實也較小（果重 120g），糖度也較低（6.4Bx）。

表二為各楊桃鮮果可食部之一般組成分。由表中顯示楊桃之水分含量在90%以上，固形量在 6.6～9.4%，以蜜絲種之固形量9.4%最高，主要因為糖類含量較高（7.16），另外蜜絲種之灰分量（0.47%）也是最高。楊桃之維生素 C 含量大致在 30～40mg/100g，而以酸味種 60mg/100g 最高，歪尾種 10mg/100g 最低。酸味種固形量很低只有6.6%，主要因為其糖類太少，只有3.85%，但其粗纖維（1.28%）及粗脂肪（0.51）却較其他甜味種高很多。

本試驗除調查楊桃鮮果之一般性狀及組成分外，對於楊桃樣品中之糖類、有機酸、氨基酸及灰分之種類及含量亦做進一步之分析比較。圖一為標準糖類之高性能液相層析圖。由於本試驗為初步的探

表一 各楊桃品種鮮果之品質

Table 1. The quality of various carambola fruit varieties.

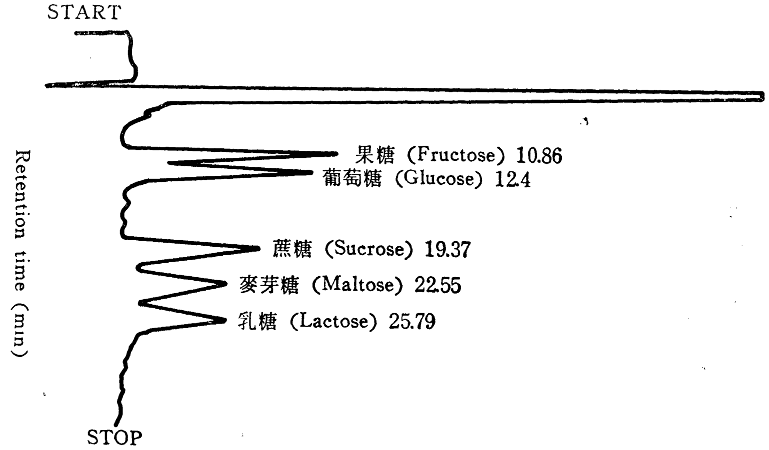
	二林種	蜜絲種	白絲種	五汴頭反種	歪尾種	酸味種
果皮顏色	淡綠	黃	白	淡黃	黃綠	深黃
果長（cm）	12.3	11.9	11.3	11.6	10.9	10.5
果重（g）	178	222	148	200	132	120
念厚（cm）	2.7	3.8	3.1	3.5	1.5	1.9
糖度（Bx）	8.1	9.2	8.1	8.2	8.0	6.4
酸度（%）	0.23	0.21	0.30	0.21	0.22	1.1
糖／酸比	35/1	44/1	27/1	39/1	36/1	5.8/1
pH 值	4.3	4.2	4.1	4.1	4.2	2.8
品評等級	2	1	3	2	2	4

表二、各楊桃品種鮮果可食部之一般組成分

Table 2. General compositions of the edible portions of various carambola fuit varieties.

	二 林 種	蜜 絲 種	白 絲 種	五汴頭反種	歪 尾 種	酸 味 種
水 分 (%)	91.0	90.6	91.4	91.8	92.1	93.4
固形物 (%)	9.0	9.4	8.6	8.2	7.9	6.6
粗蛋皇 (%)	0.76	0.63	0.62	0.63	0.52	0.52
粗脂肪 (%)	0.28	0.19	0.29	0.16	0.34	0.51
醣 類 (%)	6.55	7.16	6.43	6.19	5.71	3.85
粗纖維 (%)	1.04	0.95	0.91	0.86	1.01	1.28
灰 (%)	0.37	0.47	0.35	0.36	0.32	0.44
維生素C (mg/100g)	40	30	40	40	10	60

討性質，故對楊桃樣品中之糖類只選擇了果糖、葡萄糖、蔗糖、麥芽糖、乳糖等五種糖作分析。表三爲各楊桃品種鮮果中所含糖之種類及含量，顯示楊桃中之糖類主要爲果糖及葡萄糖，蔗糖之含量僅在二林種中較多佔17.9%，其餘則在10%以下，在尾歪種及酸味種中蔗糖含量甚微，幾乎不到總糖量之1%。另外從表三顯示各楊桃品種中果糖與葡萄糖量之比大約是1：1。



圖一、標準糖類高性能液相之層析圖

Fig1. Standard H. P. L. C. curves of sugars.

表三、各楊桃品種鮮果中所含糖之種類及含量

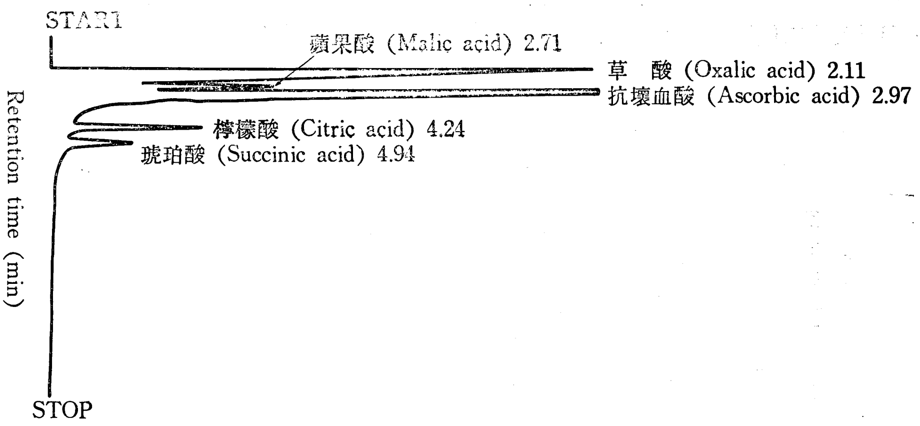
Table 3. Sugars content and its distribution pattern of six eiffereut carambola fruit varieties.

	二 林 種	蜜 絲 種	白 絲 種	五汴頭反種	歪 尾 種	酸 味 種
果 糖 (%)	2.60(42.1)*	3.29(46.5)	3.0(46.9)	3.5(47.9)	2.85(51.3)	2.04(50.2)
葡萄糖 (%)	2.46(39.8)	3.15(44.5)	2.9(45.3)	3.5(47.9)	2.70(48.6)	2.02(49.8)
蔗 糖 (%)	1.11(17.9)	0.63(8.9)	0.5(7.8)	0.3(4.1)	—(—)	—(—)
總 糖 (%)	6.17(100)	7.07(100)	6.4(100)	7.3(100)	5.55(100)	4.06(100)

*( ) 內數值爲各種糖佔總糖之百分比。

圖二爲標準有機酸之高性能液相層析圖。本試驗中只選擇草酸、蘋果酸、抗壞血酸、檸檬酸、琥珀酸等五種酸作分析。有關各楊桃品種鮮果中所含有機酸之種類及含量列於表四。表四顯示二林種含有草酸、抗壞血酸、琥珀酸等三種有機酸，其中以草酸含量最多，佔總酸量之56.8%。蜜絲種含有草酸、蘋果酸、抗壞血酸、琥珀酸等四種有機酸，而以草酸及蘋果酸含量較多，分別佔總酸量之37.1%，33.9%。白絲種含草酸、蘋果酸、抗壞血酸等三種有機酸，其中以草酸（43.9%）蘋果酸（46.3%）爲主要之有機酸。五汴頭反種含有草酸、蘋果酸、抗壞血酸、琥珀酸等四種有機酸，其中以蘋果酸含量最高，佔總酸量之37.9%。歪尾種則含有這五種有機酸，其主要酸類爲琥珀酸。酸味種含有草酸、抗壞血酸、琥珀酸三種酸，而以草酸含量最多，佔總酸量之80.8%爲其特色。綜評各楊桃所含之有機酸，由表四可見以草酸爲主。另有機酸影響楊桃之風味甚鉅，酸味種不太適宜生食用，主要因其草酸含量太高。草酸含量高也使楊桃汁之風味不佳，因此爲提高鮮食品質及加工品之風味，建議在楊桃育種方面以低草酸含量、高糖度爲選種之目標。

圖三爲標準氨基酸之高性能液相層析圖。表五爲各楊桃品種鮮果中所含氨基酸之種類及含量。表中顯示二林種含有ASP、THR、SER、GLU、PRO、ALA、VAL、PHE、HIS、LYS等十種氨基酸，而不含 GLY（甘氨酸）、CYS（胱氨酸）、MET（甲硫氨酸）、ILE（異白氨酸）、LEU（白氨酸）、TYR（酥氨酸）、ARG（魚精氨酸）等七種氨基酸。自營養之觀點我們並不太注重楊桃所含氨基酸之質與量，故本試驗不擬討論各楊桃樣品中所含之必須氨基酸及其所缺乏之氨基酸量，本



圖二、標準有機酸之高性能液相層析圖

Fig2. Standard H. P. L. C. curves of organic acids.

表四、各楊桃品種鮮果中所含有機酸之種類及含量

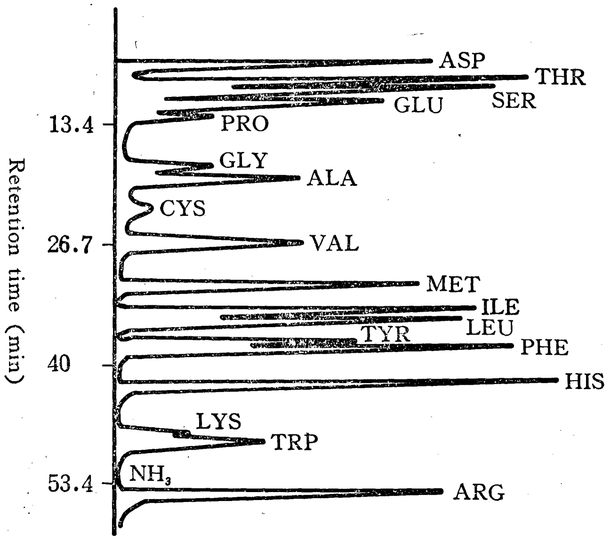
Table 4. Organic acids content and its distribution pattern of six different carambola fruit varieties

	二林種	蜜絲種	白絲種	五汴頭反種	歪尾種	酸味種
草酸（%）	0.25(56.8)*	0.23(37.1)	0.18(43.9)	0.17(29.3)	0.18(24.7)	0.80(80.8)
蘋果酸（%）	— —	0.21(33.9)	0.19(46.3)	0.22(37.9)	0.19(26.0)	— —
抗壞血酸（%）	0.04(9.1)	0.03(4.8)	0.04(9.8)	0.04(6.9)	0.01(1.4)	0.06(6.1)
檸檬酸（%）	— —	— —	— —	— —	0.09(12.3)	— —
琥珀酸（%）	0.15(34.1)	0.15(24.2)	— —	0.15(25.9)	0.26(35.6)	0.13(13.1)
總酸量（%）	0.44(100)	0.62(100)	0.41(100)	0.58(100)	0.73(100)	0.99(100)

*（ ）內數值爲各種有機酸佔總酸之百分比。

試驗僅說明各樣品所含氨基酸之種類及含量。由表五可見二林種所含之主要氨基酸爲 GLU、SER、THR、ALA、PRO 等；蜜絲種爲 GLU、SER、THR、PRO、ALA等；白絲種爲 GLU、SER、ASP、THR、PRO 等；五汴頭反種爲 SER、GLT、THR ALA、ASP等；歪尾種爲 GLU、SER、ASP、PRO、THR 等，酸味種爲 GLU、SER、THR、ALA、ASP 等。由此可見這些楊桃品種所含之氨基酸質與量都很接近，其中又以 GLU（麩氨酸）、SER（絲氨酸）、THR（息寧氨酸）、ALA（丙氨酸）、PRO（脯氨酸）、ASP（天門冬氨酸）爲主要之氨基酸。

表六爲各楊桃品種鮮果之灰分種類及含量。在灰分方面本試驗計分析了鉀、鈣、鎂三種巨量元素



圖三、標準氨基酸之高性能液相層析圖

Fig3. Standard H. P. L. C. curves of amino acids.

表五、各楊桃品種鮮果中所含氨基酸之種類及含量*1

Table 5. Amino acids content and its distribution pattern of six different caramqola fruit varieties

	二 林 種	蜜 絲 種	白 絲 種	五汴頭反種	歪 尾 種	酸 味 種
ASP 天門冬氨酸%	0.145(10.54)*2	0.152(10.35)	0.053(15.45)	0.133(10.19)	0.088(15.15)	0.145(10.48)
THR 息寧氨酸%	0.244(17.75)	0.269(18.32)	0.037(10.78)	0.261(20.01)	0.071(12.22)	0.271(19.59)
SER 絲 氨 酸%	0.288(20.95)	0.305(20.77)	0.066(19.24)	0.281(21.55)	0.101(17.38)	0.285(20.61)
GLU 麩 氨 酸%	0.294(21.38)	0.331(22.55)	0.103(30.03)	0.277(21.24)	0.135(23.24)	0.316(22.85)
PRO 脯 氨 酸%	0.151(10.98)	0.173(11.78)	0.035(10.20)	0.092(7.05)	0.075(12.91)	0.133(9.62)
ALA 丙 氨 酸%	0.168(12.22)	0.154(10.49)	0.027(7.87)	0.168(12.88)	0.045(7.74)	0.154(11.14)
VAL 纈 氨 酸%	0.006(0.47)	0.013(0.89)	— (—)	0.013 (0.99)	— (—)	0.021(1.52)
PHE 苯丙氨酸%	0.038(2.76)	0.046(3.13)	0.013(3.79)	0.034 (2.61)	0.042(7.22)	0.029(2.09)
HIS 組織氨酸%	0.007(0.51)	0.009(0.61)	0.007(0.87)	0.004(0.31)	0.007(1.20)	0.008(0.58)
LYS 離 氨 酸%	0.033(2.40)	0.016(1.09)	0.002(0.58)	0.041(3.14)	0.016(2.75)	0.021(1.52)
總氨基酸量%	1.375(100)	1.468(100)	0.343(100)	1.304(100)	0.581(100)	1.383(100)

*1.TRP 色氨酸未測定，*2.（　）內數值爲各氨基酸佔總氨基酸量之百分比。

及鐵、鋅、錳、銅四種微量元素。表中顯示除二林種外，楊桃之主要灰分係以鉀鹽之狀態存於果中；而在微量元素方面則以鐵鹽之含量較豐。至於各品種間礦物質種類及含量之差異，由表六之數據尚難下定論。

表六、各楊桃品種鮮果之礦物質組成

Table 6. Minerol elements componentof six different carambola fuit varieties.

	二 林 種	蜜 絲 種	白 絲 種	五汴頭反種	歪 尾 種	酸 味 種
K (%)	0.203	0.181	0.156	0.151	0.155	0.143
Ca (%)	0.239	0.170	0.017	0.019	0.019	0.024
Mg (%)	0.018	0.009	0.008	0.009	0.009	0.012
Fe (pps)	6.80	3.53	3.92	3.58	3.37	4.21
Zn (ppm)	2.83	2.11	1.95	2.22	2.31	3.39
Mn (ppm)	1.03	0.81	0.84	0.99	1.28	3.03
Cu (ppm)	0.35	—	—	—	0.22	2.79

(二) 各楊桃品種之加工特性

1.楊桃汁加工試驗

市售楊桃汁之製法，大致上是以酸楊桃爲原料，添加 6 — 8 %粗鹽，經三個月之發酵後，將發酵母液添加一倍水壓榨所得之汁液當作原汁。原汁再添加砂糖、焦糖、甘草、肉桂、山渣、烏梅、磷酸、抗壞血酸（維生素C）等副料，再稀釋 8 —10倍後才供飲用。這種楊桃汁中原料所佔的比例很低，可能只有 5 —10%，實際上應稱爲楊桃果汁飲料（Soft drink）。較純正之楊桃汁，或稱爲稀釋天然果汁（juice drink of nectar），法定上其所含新鮮成熟果實之榨汁應在20%以上。這種稀釋楊桃果汁之製法，爲楊桃原料以0.5～1.0%鹽醃 1 ～ 2 天，然後添加 2 倍水打汁，再經加糖、酸等副料而成。由於稀釋楊桃果汁所含之楊桃原料比例至少在20%，以下，所以這種果汁較具楊桃風味，本試驗即採用後者製造楊桃汁。

以往製楊桃汁時均採用酸楊桃，主要係由於酸楊桃價廉，且發酵期間酸度很高較不易腐敗。目前果農所栽培之楊桃，已趨向鮮食用之甜味種楊桃，故酸楊桃反較不易取得，且價格也漸高昂。本試驗即連探討以甜味種楊桃製楊桃汁是否適當，並與酸楊桃汁之品質作比較。

表七、各品種楊桃果汁之比較

Table 7. Comparsion with the processing characters of various corambole juices.

	二 林 種	蜜 絲 種	白 絲 種	五汴頭反種	歪 尾 種	酸 味 種
糖度 (Bx)	10.2	10.4	10.6	10.2	10.0	10.0
pH	4.31	4.23	4.08	4.12	4.19	2.81
酸度 (%)	0.069	0.089	0.073	0.069	0.069	0.172
糖／酸比	148/1	115/1	147/1	148/1	145/1	58/1
色 澤	淡 黃	淡 黃	淡 黃	白	淡 黃	黃
風 味	最 佳	佳	淡	淡	佳	差
品 評	1	2	4	5	3	6

表七爲各品種楊桃果汁之比較。在糖度方面，各品種間之影響不大；在酸度、pH 方面，甜味種與酸味種之間有顯著之差異。由於楊桃本身酸度够，在添加 2 倍水打汁後 pH 値維持4.5以下，故不必補充其他酸類，且在 80°C 封罐後，於 100°C 沸水煮 5 分鐘之產品不致變壞。

表八爲各品經楊桃果汁中糖類之組成分。在本試驗中對於稀釋後之各品種楊桃果汁，曾添加等量之砂糖，其糖度大約爲 10Bx，但經殺菌及三個月之貯藏，發現部分蔗糖已轉化成果糖及葡萄糖，其中尤以酸味種之轉化程度最顯著；其果糖、葡萄糖、蔗糖佔總糖之百分比，分別爲47.44%，43.61%，8.95%。主要原因可能是受到加熱殺菌、酸及貯藏時間三方面之共同影響；其中又以酸含量愈高者較有利於果糖、葡萄糖之轉化。

表八、各品種楊桃果汁中糖類之組成分

Table 8. Sugars content and its distribution pattern in six different carambola juices.

	二 林 種	蜜 絲 種	白 絲 種	五汴頭反種	歪 尾 種	酸 味 種
果 糖 (%)	0.95(10.33)*	0.92(9.90)	1.34(14.66)	1.16(13.08)	1.02(11.46)	3.71(47.44)
葡萄糖 (%)	0.84(9.13)	0.84(9.04)	1.21(13.24)	1.02(11.50)	0.88(9.89)	3.41(43.61)
蔗 糖 (%)	7.41(80.54)	7.53(81.06)	6.59(72.10)	6.69(75.42)	7.00(78.65)	0.70(8.95)
總 糖 (%)	9.20(100)	9.29(100)	9.14(100)	8.87(100)	8.90(100)	7.82(100)

* (　) 內值爲各種糖佔總糖之百分比。

表九爲各品種楊桃果汁中有機酸之組成分。酸味種楊桃果汁之主要特性爲其草酸含量較高。比較表四與表九，發現各品種楊桃稀釋果汁之有機酸組成，大致上能符合鮮果中有機酸之含量（其稀釋倍數爲 3 倍左右），尤以酸味種最能符合，此特性或許可應用於楊桃汁之檢驗標準。其他甜味種稀釋楊桃果汁中，以檸檬酸、琥珀酸之含量較偏高，其增加的原因可能是楊桃發酵時其中發酵微生物（乳酸菌、酵母菌等）分解糖類所產生之各種代謝物，其進一步原因有待再深入之探討。

表九、各品種楊桃果汁中有機酸之組成分

Table 9. Organic acids concemtration in six different carambola juices.

	二 林 種	蜜 絲 種	白 絲 種	五汴頭反種	歪 尾 種	酸 味 種
草 酸 (%)	0.06	0.07	0.05	0.05	0.04	0.14
蘋 果 酸 (%)	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
抗壞血酸 (%)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02
檸 檬 酸 (%)	0.79	0.70	0.58	0.15	0.06	—
琥 珀 酸 (%)	0.18	0.26	0.20	0.17	0.17	0.04

表十爲各品種楊桃果汁中氨基酸之組成分。比較表五與表十，可發現原先在各楊桃品種所缺乏之氨基酸如 GLY（甘氨酸）、MET（甲硫氨酸）、ILE（異白氨酸）、LEU（白氨酸）、TYR（酥氨酸）、ARG（精氨酸）及游離氨（NH_3）均有少量存在，可能是受到發酵微生物的影響，其詳細原因留待下一次之討論。

2.楊桃果醬加工試驗

果醬適於塗抹在吐司麵包、糕餅或饅頭上，亦可以6倍水稀釋作飲料用。製果醬時宜選取果皮黃熟者爲佳，果皮色青者作出果醬色澤暗化略帶澀味。另外，以富香味及酸味之原料製出之果醬風味較

表十、各品種楊桃果汁中氨基酸之組成分

Table 10. Amino acid analyses of six different carambola juices.

	二林種	蜜絲種	白絲種	五汴頭反種	歪尾種	酸味種
ASP 天門冬氨酸%	0.033	0.0 6	0.030	0.027	0.033	0.021
THR 息寧氨酸%	0.039	0.380 (THR+SER)	0.024	0.022	0.033	0.005
SER 絲氨酸%	0.166		0.169	0.115	0.127	0.057
GLU 麩氨酸%	0.036	0.038	0.040	0.021	0.041	0.022
PRO 脯氨酸%	0.007	0.018	0.007	0.004	0.005	0.004
GLY 甘氨酸%	0.01	0.013	0.008	0.005	0.005	0.004
ALA 丙氨酸%	0.134	0.104	0.137	0.087	0.100	0.033
CYS 胱氨酸%	—	—	—	—	—	—
VAL 纈氨酸%	0.007	0.009	0.006	0.006	0.008	0.003
MET 甲硫氨酸%	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003	0.002
ILE 異白氨酸%	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
LEU 白氨酸%	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
TYR 酥氨酸%	0.005	0.002	0.002	0.004	0.002	0.001
PHE 苯丙氨酸%	0.076	0.038	0.021	0.022	0.034	0.018
HIS 組織氨酸%	0.015	0.005	0.011	0.004	0.002	0.012
LYS 離氨酸%	0.073	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
NH_3 氨%	0.043	0.056	0.027	0.024	0.024	0.019
ARG 精氨酸%	0.009	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002
總氨基酸量%	0.665	0.684	0.494	0.356	0.428	0.211

* TRP 色氨酸未測定。

佳。

本試驗中各品種楊桃果醬之糖度在 55～60Bx, pH 在 2.8～3.0，水活性在0.85左右。其中以歪尾種所製得之楊桃果醬風味最佳，其顏色為黃色最為鮮美。其他二林、蜜絲、白絲、五汴頭反，及酸味種間之差異不大。

3.楊桃蜜餞加工試驗

（1）楊桃蜜餞之殺菁條件：楊桃蜜餞貯藏期間會漸漸由黃色變成褐色，其褐變反應之原因包括酵素之褐變及非酵素性梅納（Maillard）反應兩大類。本試驗中選取楊桃片之大小平均資料為長13.9cm、寬5.02cm、厚 2.2cm、重 55.8g 之楊桃片30片，置於 80°C 沸水中殺菁 0 ～10分鐘，每隔一分鐘取樣一次，二重複，殺菁後迅速冷却，測定其過氧化酵素之活性，結果顯示，楊桃片至少應殺菁 6 分鐘以上才可將其酵素完全破壞，貯藏時則不致發生褐變。

（2）楊桃蜜餞之乾燥貯藏條件：楊桃原料先以 1 %鹽水醃漬一天後再經 80°C 熱水殺菁 6 — 7 分鐘，然後以楊桃原料重20%之砂糖糖漬48小時後，以 50°C 熱風乾燥，每隔 2 — 4 小時取樣一次，測其水分含量，水分活性，並置室溫觀察其腐敗的情形，其結果列於表十一。由表十一之數據顯示在50°C 熱風乾燥12小時，其水分含量為30.8%，水活性（a_w）為 0.71時，樣品置於室溫貯藏28天仍不會長黴。

表十一、楊桃蜜餞乾燥條件對黴菌生長之影響

Table 11. Effect of drying conditions of carambola preserves on mold groath.

乾燥時間 (hr)	0	2	4	8	12	16
水分含量	60.9	54.5	47.5	43.8	30.8	23.5
貯藏時間（天） 水分活性	0.91	0.90	0.89	0.86	0.71	0.68
7	++	+++	++	+	—	—
14	+++	+++	+++	++	—	—
21	+++	+++	+++	+++	—	—
28	+++	+++	+++	+++	—	—

黴菌：(-)未生長(+)生長

（3）各品種楊桃蜜餞之比較：試驗結果顯示以二林種、五汴頭反種所製得之蜜餞最清香、最具楊桃風味，其次爲蜜絲種及酸味種，白絲種、歪尾種所製成之蜜餞則較差。

（4）楊桃蜜餞之成本估算：楊桃原料50公斤切片後得45公斤，以 50°C 熱風乾燥12小時後得成品 9 公斤，其水分含量爲34%，水活性爲0.71。製造率占原料鮮果重之18%。以每公斤楊桃原料16元計算，每公斤楊桃蜜餞之成本大約100元左右。

4.楊桃罐頭加工試驗

（1）楊桃罐頭基本加工資料：楊桃以 3 號罐（307×409）裝，裝罐量 560g，其中固形量 280g。注加 20Bx, pH2.9（含0.13%檸檬酸）之糖液大約 300ml，並於 100°C 蒸汽牛脫氣大約10分鐘，使罐中心溫度達到 85°C 以上，即刻封罐，封罐後於沸水中殺菌 3 ～ 5 分鐘即可安全放置一年以上。

（2）各品種楊桃罐頭之比較：表十二爲各品種楊桃罐頭在室溫貯藏期間其品質之比較。其中以二林種之甜味、酸味、楊桃風味、咬感等方面之比較均最佳。白絲種在前半年貯藏時風味尙可，經一年後品質則顯著下降，酸味種不太適合製造楊桃罐頭。

表十二、各品種楊桃罐頭貯藏期間品質之比較

Table 12. Comparison with the quality of six different carambola fruit cans during storage

貯藏時間	二林種	蜜絲種	白絲種	五汴頭反種	歪尾種	酸味種
半年						
Bx	14.2	14.6	13.6	13.2	12.8	12.4
pH	3.75	3.74	3.80	3.67	3.63	2.68
品評	1	5	2	3	4	6
一年						
Bx	13.8	14.2	13.3	13	13	13.1
pH	4.12	3.93	3.98	3.91	3.91	2.96
品評	1	4	5	2	3	6

誌謝：本試驗之楊桃糖類、有機酸、氨基酸之分析，承屏東農專食品工業科協助分析，特此致謝。

參考文獻：

1.王武彰，1983・楊桃栽培・農委會農林廳編印農民淺說260A—園藝49。

2. A. O. A. C., 1980。Methods of Analysis 13th ed.

3.李秀、賴滋漢，1976・食品分析與檢驗，精華出版社。

4.徐進財，1977・實用食品加工手册，復文書局。

5.豐年社，1983・水果加工，豐年叢書 HV#83?

6.王孟雲，1985・醃漬楊桃加工過程中之化學變化，臺大食料所碩士論文。

7.吳明昌，1985・香蕉泥褐變原因及加工上對色澤改進之探討，中興大學食科所碩士論文。

8.方祖達、張東棨，1932・天然果汁檢驗標準之研究四、天然果汁中有機酸類型之分析。

Studies on the Components and Utilizations Of carambola[1]

Roch-Chui Yu[2] Wu-Chang Wang[3]

Summany

This experiment was conducted to investigate both the fruit compositions and processing utilizations of the six different carambola varieties, namely Ell-lin, Mi-shih, Pai-shih, Wu-pien-tou-feng, Wai-wei and sour carambola grown in Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station. The analyses offruit compositions included crude prot ein, crude fat, crude fiber, crude ash, carbohydrates and moisture, in the sa me time the content of various organic acids, amino acids, sugars and minerals were also analyzed. On the other hand, the processing utilizations such as for making juice, preserves, jams and canned carambola fruits were alsotested.

The results showed that the main sugar components in these cara mbola varieties wer e fructose and glucose, glutamic acid and serine were the main amino acids while oralic acid and potassium content were very high. The Mi-shih possessed the best quality among these fresh carambola fruits. Ell-lin was the most suitable variety for making juice, preserves and cans. The jam made from Wai-wei had thebest color and flavor.

Key Words : compositions, variety, procesing, juice.

---

1. Contribution No. 1337 From Taiwan Agr icultural Reseach Institute

2, 3 Assistant agricultural chemist and Assistant, Dept. of Management and Utilization, Dept of TropicalFruits, Fengshan Tropical Horticultural Experiment station, TARI. Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, R. O. C.